

LJ-96-11 C.2

SOUTHWEST FISHERIES SCIENCE CENTER

SEPTEMBER 1996

Library
NOAA, National Marine Fisheries Service
SWFC Honolulu Laboratory F/SWC2
2570 Dole Street
Honolulu, HI 96822-2396

POTENTIAL IMPACT OF ARTISANAL GILLNET FISHERIES ON SMALL CETACEAN POPULATIONS IN THE EASTERN TROPICAL PACIFIC

By

DANIEL M. PALACIOS and TIM GERRODETTE

English and Spanish Translations

ADMINISTRATIVE REPORT LJ-96-11

NATIONAL MARINE FISHERIES SERVICE SOUTHWEST FISHERIES SCIENCE CENTER P.O. BOX 271 LA JOLLA, CA 92038

This Administrative Report is issued as an informal document to ensure prompt dissemination of preliminary results, interim reports and special studies. We recommend that it not be abstracted or cited.

POTENTIAL IMPACT OF ARTISANAL GILLNET FISHERIES ON SMALL CETACEAN POPULATIONS IN THE EASTERN TROPICAL PACIFIC

Daniel M. Palacios
Apartado Aéreo 59440
Bogotá, COLOMBIA

and

Tim Gerrodette
Southwest Fisheries Science Center
National Marine Fisheries Service, NOAA
La Jolla, California 92038-0271 U.S.A.

SEPTEMBER 1996



Digitized by the Internet Archive
in 2025

ABSTRACT

Numbers of small cetaceans killed in artisanal gillnet fisheries were estimated for the Exclusive Economic Zones of Ecuador, Costa Rica and Panama, based on limited available information on numbers of fishing boats, intensity of fishing effort, net sizes and small cetacean capture rates. The estimated mortality in Ecuador was 6,377 small cetaceans in 1993, based on information collected in a previous study. If the gillnet capture rate of small cetaceans in other areas is similar to that in Ecuador, annual mortality would be approximately 16,600 animals in Costa Rica and 3,600 in Panama. Annual mortality rates were estimated to be 4.3-9.5% of population size for all small cetaceans combined, but the impact on individual species may be higher. These rates are unlikely to be sustainable based on current knowledge of small cetacean population growth rates. Although they provide a first approach to the assessment of the impact on the populations, our mortality estimates are compromised by the paucity of detailed data and therefore should be treated with caution. To determine the actual extent and impact of small cetacean mortality in gillnet fisheries in the eastern tropical Pacific, additional data are needed on fishing effort, bycatch rates, and bycatch composition. Management of fisheries harmful to small cetaceans should take into account the socio-economics of the region and offer alternatives to the fishermen and their communities.

INTRODUCTION

The problem of incidental mortality of cetaceans in artisanal gillnets has been outlined by the International Whaling Commission (IWC 1994, 1995) and the United Nations (Bjørge *et al.*, 1994) on a world-wide basis, as well as specifically in Latin America. This problem is relatively recent along the Pacific coast of Central and South America, where small-scale and subsistence fisheries have operated for many years. Although incidental takes were known to occur, earlier studies (e.g. Northridge, 1984; 1991) did not identify this as a problem region.

However, the use of nylon gillnets to catch sharks and large pelagic fish has increased at a dramatic rate in recent years. A tenfold fleet growth was reported in both Ecuador and Costa Rica for the decade of the 80s, and today nylon gillnets are one of the most common types of gear (Félix and Samaniego, 1994; Reyes and Oporto 1994; Vidal *et al.*, 1994). The magnitude of small cetacean bycatch is suspected to be high in these fisheries, but for most countries there is only circumstantial evidence (Haase and Félix, 1994; Vidal *et al.*, 1994; Zavala-González *et al.*, 1994; Mora-Pinto *et al.*, 1995). In the few cases where monitoring of the fisheries has been conducted (Félix and Samaniego, 1994; Van Waerebeek and Reyes, 1994a; b; D'Agrosa *et al.*, 1995), concern has been raised that cetacean mortality in artisanal fisheries may pose a threat for coastal species or populations.

Several kinds of information are needed to quantitatively assess the impact of the incidental mortality on the populations; estimates of mortality and abundance on a stock-by-stock basis are the minimum (IWC, 1994; 1995; 1996). Cetacean abundance in the Exclusive Economic Zones (EEZs) of countries in the eastern tropical Pacific (ETP) has been estimated from line-transect

surveys conducted between 1986 and 1993 (Gerrodette and Palacios, 1996). Here we assess the sustainability of cetacean mortality in artisanal gillnets for three of these countries, Ecuador, Costa Rica and Panama, based on these estimates and using the limited available fishery statistics. New information on fishing activities that may potentially interact with small cetaceans in Colombia is included, although at present it is insufficient to allow assessment of whether there is a cetacean mortality problem.

METHODS

We used two sources of information describing artisanal gillnet fisheries in the region: the compilation by Vidal *et al.* (1994) for countries from Mexico to Colombia, and the study by Félix and Samaniego (1994) for Ecuador. This information is summarized in Table 1. Data for Mexico are for three fishing ports in the northern Gulf of California only.

Fishing fleets

The vessels used in artisanal gillnet fisheries in the ETP are mainly small, open boats powered by outboard engines and crewed by one to four local men. These boats, made of wood or, increasingly, fiberglass, range in size from 4 to 12m (Table 1) and are known as *pangas* or *lanchas* (generally the longer ones) throughout the region. A larger type of boat is used in the fishery for sharks in Panama (Vidal *et al.*, 1994) (Table 1).

Operative fleet size (*S*)

Of the total fleet size at a given port, only a certain fraction operates on a regular basis. Félix and Samaniego (1994) presented official data on the operative fleets for eight major ports in Ecuador during 1993; the operative fleet using gillnets was 218 boats (Table 2). In addition, they estimated 23 boats operating out of Puerto López, for a total of 241 boats in nine fishing ports for that year. For Costa Rica, Vidal *et al.* (1994) reported that 3,153 boats operated out of 13 main ports in 1990. The finfish fishery in Panama involves some 3,000-4,000 boats (Vidal *et al.*, 1994), but it is unlikely that the whole fleet is operative at one time. From the data in Table 1 of Félix and Samaniego (1994), we calculated an average of 37.3 % operative boats for the nine ports in Ecuador and used this figure to obtain an operative fleet of 1,302 out of a mean of 3,500 boats in this fishery for Panama. The shark fishing fleet in Panama is small. Vidal *et al.* (1994) reported that up to ten boats operate out of each of three main ports at a given time, so we assumed a fleet size of 30 boats for this fishery (Table 2).

Fishing effort (*F*)

Except for the shark fishery in Panama, fishing trips usually last one day (Table 1). Nets are normally set at nighttime, for periods of several hours. Using the data from Félix and Samaniego's study for two ports in Ecuador, we calculated that fishing was conducted on 230 days/boat/year as an overall average (they had reported separate averages for each port as 178 and 283 days/boat/year respectively). The finfish fishery in Panama operated for an average of 75 days/boat/year (Table 2). Data on trips per year for Costa Rica was not available, but according to Vidal *et al.* fishing effort is relatively high for this country. To estimate fishing days per year

in Costa Rica, we used the mean of fishing days per year in Ecuador and Panama (Table 2). The shark fishery in Panama made an average of 20 trips per year, each trip lasting an average of 10 days, for an estimated 200 days/boat/year at sea. Information is not available on transit times to the fishing grounds in this more offshore fishery, so the actual number of fishing days may be slightly less.

Capture rates (*C*) and net lengths (*l*)

Data on small cetacean capture rates in gillnets were collected during Félix and Samaniego's study in Ecuador. This is the only study in which capture rates have been directly assessed from a bycatch monitoring project in the region. For the ports of Santa Rosa and Puerto López, Félix and Samaniego estimated capture rates (expressed as small cetaceans/boat/day) by placing observers on 64 fishing trips. They also provided capture rates reported by fishermen during 2,764 unobserved trips. We found no statistical differences at the $\alpha=0.05$ level between reported (0.1042, SE=0.012) and observed (0.286, SE=0.131) mean capture rates in Santa Rosa ($t=1.382$) or between reported (0.038, SE=0.007) and observed (0.034, SE=0.033) mean rates in Puerto López ($t = 0.118$).

In general, data collected by observers are more reliable than reports from the fishermen or from dockside interviews (IWC, 1994; Lien *et al.*, 1994). However, because there were no statistical differences between reported and observed capture rates, and because the sample size of the reported trips was much larger than observed trips, we averaged reported and observed rates for each port, obtaining a capture rate of 0.195 (SE=0.131) for Santa Rosa and 0.036 (SE=0.034) for Puerto López. We compared these new average capture rates between the two ports, but again found no statistical difference ($t = 1.132$) [although there was a significant difference between the reported rates of Santa Rosa and Puerto López ($t = 4.76$, $p<0.01$), also noted by Félix and Samaniego (1994)]. Therefore, we averaged the combined capture rates to produce an overall capture rate of 0.115 (SE=0.14) small cetaceans/boat/day for Ecuador.

Gillnets in the artisanal fisheries of the region have similar mesh sizes, panel heights, and number of panels per boat (Table 1). However, panel lengths (and hence total net length) varied considerably among countries. Nets in Félix and Samaniego's study were 1,500m long. We calculated total net lengths for Costa Rica and Panama by multiplying the average of the reported number of panels per boat by panel lengths, assuming number of panels per boat in Costa Rica was the same as in neighboring Panama (Table 2).

We assumed capture rate was proportional to net length. We further assumed that capture rates in Costa Rica and Panama were the same as that estimated for Ecuador. Because net lengths were different in each country, however, we used a standardized capture rate of 0.0767 (SE=0.0933) small cetaceans/boat/day per km of net (Table 2).

Mortality (*M*)

We were only able to obtain sufficient information to estimate the mortality of small cetaceans for Ecuador (where a previous estimate existed), Costa Rica and Panama (Table 2). No

information on bycatch composition was available for Costa Rica and Panama, and therefore we estimated mortality for 'small cetaceans' as a group with unknown species composition. For Ecuador, we apportioned the estimated mortality among the species reported by Félix and Samaniego (see below).

Total annual mortality (M) of small cetaceans in each country was estimated as

$$M = S \times F \times C \times l,$$

where S = number of boats in the operative fishing fleet,
 F = days of fishing effort per year per operative boat,
 C = cetacean capture rate in animals per boat per day per km of net,
 l = length of net in km.

Because we did not have estimates of the variances of S , F and l , we did not attempt to estimate the variance of M .

Mortality rate and potential impact

Data from ship surveys covering the waters of these countries have been used to estimate abundance of the most common cetacean species (Gerrodette and Palacios, 1996). For each country, we combined the estimates of abundance for small cetaceans and divided the total estimated mortality by the combined abundance to calculate an overall incidental mortality rate for small cetaceans (Table 3).

Species included in the combined abundance were the pantropical spotted dolphin (*Stenella attenuata*), the spinner dolphin (*S. longirostris*), the striped dolphin (*S. coeruleoalba*), the short-beaked common dolphin (*Delphinus delphis*), the rough-toothed dolphin (*Steno bredanensis*), the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*), Risso's dolphin (*Grampus griseus*), the short-finned pilot whale (*Globicephala macrorhynchus*) and the ziphiids (beaked whales of the genera *Ziphius* and *Mesoplodon*) [except that spinner, rough-toothed and Risso's dolphins were not present in the EEZ waters of Ecuador -- see Gerrodette and Palacios (1996)]. Of these species, at least five are known (or strongly suspected) to become entangled in gillnets in these countries: the pantropical spotted dolphin, the spinner dolphin, the short-beaked common dolphin, the bottlenose dolphin and the short-finned pilot whale (Félix and Samaniego, 1994; Vidal *et al.*, 1994).

In addition, for Ecuador Félix and Samaniego reported the composition of the small cetacean bycatch of the two monitored ports, based on a sample of 177 animals brought into port in Santa Rosa and 40 in Puerto López. There was a significant difference ($\chi^2_{2df} = 15.1$; $p < 0.001$) in the species composition of the bycatch between the two ports. To evaluate the potential effect of mortality on the populations on a species-by-species basis, we applied the bycatch composition of each port to the total mortality estimate for Ecuador, and calculated mortality rates by species based on their reported abundances (Table 4).

RESULTS AND DISCUSSION

Estimates of annual incidental mortality in artisanal gillnets were 16,596 small cetaceans in Costa Rica, 6,377 in Ecuador and 3,581 in Panama (Table 2). Mortality rates (mortality as a fraction of abundance) were 9.49% for Costa Rica, 4.48% for Panama and 4.33% for Ecuador (Table 3). The incidental mortality rate that can be sustained by a dolphin population without causing an unacceptable decline in size is not known with certainty. However, based on the low reproductive rates of cetaceans, it is usually suggested that anthropogenic mortality rates not exceed 1-2% of population size (IWC, 1994; 1996; Barlow *et al.*, 1995; Wade, submitted). Therefore, for all three countries, mortality associated with artisanal gillnet fishing appears to exceed levels that are sustainable for small cetaceans.

Furthermore, these figures indicate the impact on each species only if incidental mortality occurred exactly in proportion to species abundance. This is very unlikely to be the case. In practice, certain species are taken more than others, and this means that for at least one species of those we have lumped together here, the impact on the population will be higher. Hence, the mortality figures reported in Table 3 represent a minimum estimated impact on some species.

Except for Ecuador, the species composition of the bycatch is unknown in these countries. The impact is probably higher on coastal subspecies, e.g. the coastal spotted dolphin (*S. a. graffmani*) and the Central American spinner dolphin (*S. l. centroamericana*), and other species with small population numbers in the waters of these countries.

In addition, other human-related causes of mortality affect the populations of small cetaceans in the ETP. Directed catches occur in Peru (Van Waerebeek and Reyes, 1994a; b) and Mexico (Zavala-González *et al.*, 1994), and to a lesser extent in Colombia (see below). Small monofilament gillnets set on the bottom to catch shrimp may also accidentally entangle bottlenose and coastal spotted dolphins in Ecuador (Félix and Samaniego, 1994) and Colombia (Mora-Pinto *et al.*, 1995; G.M. Prieto, pers. comm.). Furthermore, the international purse-seine fishery for tuna in the offshore ETP affects these same populations. While the tuna fishery killed very large numbers of dolphins in the past (Wade, 1995), mortality has been greatly reduced in recent years. The total number of cetaceans of all species recorded in 1994 in this fishery was 4,096 (Lennert and Hall, 1996), much less than the 26,554 estimated taken in the artisanal gillnet fisheries of only three countries in the ETP inferred from this study (Table 3).

Mortality in Ecuador

Previous to Félix and Samaniego's (1994) study, annual mortality in Ecuador had been estimated at 100 small cetaceans, based on stranded animals with signs of entanglement (Reyes and Oporto, 1994). Félix and Samaniego estimated a mortality of 3,741 (CI 95%, 2,784-4,698) for four ports (by extrapolating the data from Santa Rosa and Puerto López to two other nearby ports) in 1993, and suggested that the total bycatch for the country could have been two to three times greater than this. We estimated a mortality of 6,377 small cetaceans for nine ports in Ecuador using the fishery data presented by Félix and Samaniego. Our estimate is based on a

combined overall capture rate applied to nine ports, since we found no statistical difference between reported and observed capture rates in Santa Rosa and Puerto López. Thus, an estimate of incidental mortality based on observed and reported takes is more than 60 times greater than a previous estimate based on strandings. This demonstrates how stranding data underestimates incidental mortality problems, and how important it is to have direct observations of fishery-related mortality.

Although short-beaked common dolphins make up the large majority of the bycatch in both Santa Rosa and Puerto López, this species may be less affected by fishery-related mortality than pantropical spotted dolphins or short-finned pilot whales. Because the latter two species have smaller estimated populations, they have higher estimated mortality rates, over 30% when using the Puerto López bycatch composition (Table 4). This emphasizes the importance of knowing the species composition of cetacean bycatch. A mortality rate based on several species pooled together (Table 3) understates the effect on a species basis (Table 4).

Large whales are also incidentally taken in Ecuador. Mortality of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) as a result of entanglement in gillnets was reported by Haase and Félix (1994). Although the actual number killed in interactions is unknown, at least 1-3 sperm whales with signs of fishery interactions have stranded per year between 1988 and 1994 (Haase and Félix, 1994). Chiluiza (1996) summarized annual marine mammal stranding data collected by the *Fundación Ecuatoriana para el Estudio de Mamíferos Marinos* (FEMM, Ecuadorian Foundation for the Study of Marine Mammals) for 1995. He reported three positive and one possible case of sperm whale mortality due to interaction with fisheries and two possible cases of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) mortality due to entanglement in fishing gear for that year. Sperm whale population size in the EEZ waters of Ecuador has been estimated at 1,179 (Gerrodette and Palacios, 1996). If incidental mortality is actually higher than strandings suggest (as it probably is), the population of sperm whales could be adversely affected.

New information on the fisheries in Colombia

New information on fishing activities that potentially interact with small cetaceans in Colombia has become available since the review by Vidal *et al.* (1994), and thus we include the information here as an update. In 1991 the *Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura* (INPA, National Institute of Fisheries and Aquaculture) began implementing a system to record fishery statistics on the Pacific coast (Zapata, 1992). Results of a preliminary assessment for the years 1991, 1992 and 1993 were presented by Zapata-Padilla (1994), with additional information by Acevedo *et al.* (1994). Fishing is conducted on two scales, the so-called 'artisanal' and 'industrial' sub-sectors. Some information on the artisanal sub-sector was collected at the village of Charambirá, Chocó region, where fishing is directed at demersal species of the families Serranidae, Lutjanidae and Gadidae, while sharks of the families Sphyrnidae and Carcharhinidae are taken for bait (Acevedo *et al.*, 1994; Zapata-Padilla, 1994).

The authors provided more complete information for the industrial sub-sector, which lands most of the catch at the port of Buenaventura. This fishery exploits sharks [families

Carcharhinidae (with the silky shark, *Carcharhinus falciformis*, making up most of the catch), and Sphyrnidae], serranids (*Mycteroperca* and *Epinephelus*), lutjanids (*Lutjanus* spp.), dorados (*Coryphaena hippurus*) and billfishes (Istiophoridae). The fishing grounds are located near Isla Malpelo, Cabo Marzo, Pasacaballos, Punta Ardita and Banco Tumaco. Sharks are taken especially in the northern part of Colombian waters, near the EEZ boundaries with Panama and Costa Rica (Acevedo *et al.*, 1994; Zapata-Padilla, 1994). The industrial fleet is composed of boats of several nationalities but predominantly Colombian. There were 31 registered boats in 1991, 28 active boats in 1992 and 88 registered boats in 1993, of which 49 (55.7%) were active. Sizes of boats and crews were not specified, but the capacity of their holding spaces ranges from less than ten tons to more than 50 tons (Zapata-Padilla, 1994). The types of gear most commonly employed are gillnets of 8, 10 and 11 in (200, 250 and 280mm) mesh sizes and 650-2,000 fathoms (1,189-3,658m) long by 10m deep, as well as several types of hook-and-line arrays. The number of boats which use gillnets or other types of gear was not specified. Fishing trips last for 12-20 days, with an average duration of 17 days in both 1991 and 1992, and 14.51 days in 1993. The number of trips per year was not provided. Average catch rates were 264kg/day in 1991, 331kg/day in 1992 and 339.82kg/day in 1993, for a total catch of 4,279.7 tons during the 36 months of the study (Zapata-Padilla, 1994). Although fishing is conducted throughout the year, the highest catches are made during the first months of the year (January to April), a period known by the fishermen as *Cuaresma* (Lent). Part of this catch is exported at average prices of US\$27.5 per lb (US\$60.6 per kg) for shark fins and US\$1.99 per lb (US\$4.4 per kg) for serranids (Zapata-Padilla, 1994).

Mortality in Colombia

We could not estimate the mortality of small cetaceans for Colombia because data for the artisanal sub-sector was insufficient and because the number of boats of the industrial sub-sector that use gillnets was not known. Based on opportunistic observations, however, at least one humpback whale, one short-finned pilot whale and several pantropical spotted and bottlenose dolphins have become entangled in artisanal gillnets since 1990 (G.M. Prieto, pers. comm.).

In early February 1995 one coastal spotted dolphin and one bottlenose dolphin were harpooned by fishermen from Charambirá, Chocó region, for use as bait, and additional dolphins were taken early in that same year in several villages (e.g. Cacagual and Tombilá) along the San Juan River Delta (V. Puentes, pers. comm.). Although directed catches had not been witnessed previously, fishermen from a few fishing villages in the area are known to occasionally take dolphins when other sources of bait are scarce (Vidal *et al.*, 1994; IWC, 1995; Mora-Pinto *et al.*, 1995).

Nothing is known about the mortality of small cetaceans in gillnets of the industrial sub-sector. Given the characteristics of this fleet, valuable data could be collected from an observer program.

Mortality in Mexico and Central America

Limited information is available on artisanal fisheries for Mexico, except for the fishing villages

involved in the incidental mortality of the vaquita (*Phocoena sinus*) in the northern Gulf of California (Vidal *et al.*, 1994; D'Agrosa *et al.*, 1995). Small cetacean remains found near fishing villages throughout the country with signs of human-related mortality and other circumstantial evidence (Vidal *et al.*, 1994; Zavala-González *et al.*, 1994) indicate that interactions between coastal small cetaceans and artisanal gillnets may be common. Furthermore, many small cetaceans appear to be taken for use as shark bait (Zavala-González *et al.*, 1994). Basic information on the artisanal fisheries and associated small cetacean mortality for the extensive coast of Mexico on the Pacific Ocean and the Gulf of California is needed in order to determine the impact of fisheries on cetacean populations in these areas.

Although some documentation of the fisheries in Central America was made by Vidal *et al.* (1994), information is still lacking for Guatemala, El Salvador, Honduras and Nicaragua. If our inferred mortality rates are close to reality, the cases of Costa Rica and Panama deserve special attention because they suggest that the impact of gillnets on small cetacean populations could be high, due to the large fleets that apparently operate in those countries.

Comparison with capture rates and mortalities in other regions

The rate at which small cetaceans are captured depends on many factors. The use of a generalized capture rate (obtained from the average of reported and observed capture rates in two ports in Ecuador) in the three countries for which mortality was estimated may not represent the actual situation, because species occurrence and abundance are known to vary within these countries (Gerrodette and Palacios, 1996) and because fishing techniques differ among localities (e.g. distance from the coast where fishing activities take place, depth at which the nets are set, and soak times).

However, in the absence of more precise data, this rate may be used to examine the general magnitude of the problem. Basic knowledge of the fisheries and limited quantitative information on capture rates have been similarly applied to estimate small cetacean mortality in the gillnet fisheries of Sri Lanka (Leatherwood and Reeves, 1989; Kruse *et al.*, 1991; Leatherwood, 1994) and the Philippines (Dolar, 1994; IWC, 1994). Capture rates in Sri Lanka have been calculated at 3.07 cetaceans/boat/year at Trincomalee and 0.0163 cetaceans/boat/day for the west/southwest region (Leatherwood, 1994). Nets are 750-900m long and fishing is conducted on 274 days/year (Leatherwood and Reeves, 1989). Leatherwood (1994) estimated a minimum annual landed kill of 8,951 small cetaceans in Sri Lanka, based on those rates. For Malabuan, Negros Island, Philippines, Dolar (1994) calculated that an operative fleet of 11-19 boats would capture 3.1 small cetaceans/day during a fishing season of 138 days/year, using nets 1-3km long. According to these figures, capture rates would range from 0.163 cetaceans/boat/day if 19 boats did the fishing to 0.282 if 11 boats did the fishing. Mortality has been estimated at 428 small cetaceans/year only in that locality (Dolar, 1994).

If we assume a average net length of 0.825km for Sri Lanka, we obtain standarized capture rates of 0.0136 cetaceans/boat/day/km of net for Trincomalee and 0.0197 cetaceans/boat/day/km for the west/southwest region. Similarly, assuming 2km-long average nets for Malabuan, we

obtain capture rates of 0.0815 to 0.141 cetaceans/boat/day/km of net. Our generalized rate of 0.0767 cetaceans/boat/day/km of net used for Ecuador, Costa Rica and Panama is within the range of capture rates recorded for Sri Lanka and the Philippines. However, the utility of comparing these rates is hampered by the fact that the fisheries are somewhat different [see Leatherwood and Reeves (1989) and Dolar (1994) for descriptions]. Furthermore, cetacean species and abundances differ among regions, and capture rates probably vary among species and by density of animals.

CONCLUSIONS

Although in relative terms artisanal gillnetting is among the smallest-scale fisheries, it is a widely spread and important activity for the people of the coastal communities of the ETP. The information presented in this paper indicates that, based on the data available, the mortality of small cetaceans in artisanal gillnets may be unsustainable. Sustainable use is a fundamental principle for managing living resources (Mangel *et al.*, 1996). Unfortunately, much of the basic information about artisanal fisheries is still lacking, making any attempt to assess the problem of small cetacean incidental mortality tentative.

Our estimates of mortality are based on a series of major assumptions about gillnet fisheries. Virtually all the parameters involved in the calculations are variable to an unknown extent, and results are based on generalizations, averaging and extrapolation. Therefore, we emphasize that these estimates should be regarded as exploratory and that they could change substantially when appropriate data are collected from monitoring programs in these countries.

Fishing practices appear to be similar in general, but in order to assess the effect of cetacean bycatch more precisely, basic information on fleet sizes, fishing effort, net dimensions, fishing grounds and seasonality are needed. National fisheries agencies in each country usually keep these statistics. With population estimates now available for most countries of the region (Gerrodette and Palacios, 1996), studies should focus on obtaining data on capture rates and composition of the bycatch in order to make a more precise assessment the impact of the mortality on the local cetacean populations.

The potential problem of high incidental mortality of small cetaceans in the expanding gillnet fisheries of Latin American countries in the ETP is just surfacing. With diminishing fishery resources, fishermen in several parts of the world (e.g. Sri Lanka, Peru and the Philippines) have started to land cetacean bycatch and use it as bait and for human consumption, eventually opening markets for the meat and leading to directed fisheries (see Leatherwood and Reeves, 1989; Dolar, 1994; Van Waerebeek and Reyes, 1994a; b). This practice does not appear to have spread in the ETP region yet. One factor that might contribute to this is the small size of the vessels and their limited holding space.

The gillnet fisheries are fueled in part by the demand for shark fins and large pelagic fish in international markets. Fishing efforts should be re-directed toward local economies, and the fishermen should be encouraged to switch to more selective types of gear. Well-managed whale

and dolphin watching programs employing local fishermen are being developed in the Philippines (Dolar, 1995), and similar initiatives are being currently explored in Peru (Van Waerebek and Reyes, 1994b) and Ecuador (Félix, 1995) as alternative sources of income for fishermen. The central challenge will be to take into account the socio-economics of the region and to offer alternatives to the fishermen and their communities (cf. Mangel *et al.*, 1996). Experience from other countries has shown that prohibitive measures and bans not accompanied by alternative solutions for the fishermen are not only ineffective, but often counter-productive (Van Waerebeek and Reyes, 1994; Dolar, 1995; Félix, 1995). Relevant solutions to cetacean conservation problems identified in the World Conservation Union's (IUCN) 1994-1998 Action Plan for the Conservation of Cetaceans (Reeves and Leatherwood, 1994) should be promoted in these countries.

ACKNOWLEDGEMENTS

We wish to thank Jay Barlow (NMFS, Southwest Fisheries Science Center, P.O. Box 271, La Jolla, CA 92038, USA), William F. Perrin (NMFS, Southwest Fisheries Science Center, P.O. Box 271, La Jolla, CA 92038, USA), Brian D. Smith (Aquatic Biodiversity Associates, P.O. Box 283, Arcata, CA 95521, USA) and Paul R. Wade (NMFS, National Marine Mammal Laboratory, 7600 Sand Point Way, Seattle, WA 98115, USA), for their encouragement and constructive criticism to the manuscript.

REFERENCES

- Acevedo, G., Zapata-Padilla, L.A., and Rubio, E.A. 1994. Contribución al estudio de la biología y la dinámica de tiburones de la familia Carcharhinidae (Condriichthyes: Lamniformes) en el Pacífico colombiano. *In: Memorias (electronic file), IX Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar, 21-25 November 1994, Medellín, Colombia.* [In Spanish].
- Barlow, J., Swartz, S.L., Eagle, T.C., and Wade, P.R. 1995. US marine mammal stock assessments: guidelines for preparation, background, and a summary of the 1995 assessments. *NOAA Tech. Memo. NMFS-OPR-6*. 73 pp.
- Bjørge, A., Brownell Jr, R.L., Donovan, G.P. and Perrin, W.F. 1994. Significant direct and incidental catches of small cetaceans. *Rep. int. Whal. Commn* (special issue 15):76-126.
- Chiluiza, D. 1996. Varamientos de mamíferos marinos en la Provincia del Guayas durante 1995. *El Observador Informativo* (Newsletter of the Fundación Ecuatoriana para el Estudio de Mamíferos Marinos, Guayaquil, Ecuador) Año 8(1):7-10. [In Spanish].
- D'Agrosa, C., Vidal, O. and Graham, W.C. 1995. Mortality of the vaquita (*Phocoena sinus*) in gillnet fisheries during 1993-94. *Rep. int. Whal. Commn* (special issue 16):283-91.
- Dolar, M.L.L. 1994. Incidental takes of small cetaceans in fisheries in Palawan, central Visayas and northern Mindanao in the Philippines. *Rep. int. Whal. Commn* (special issue 15):355-63.
- Dolar, M.L.L. 1995. Possibilities for coexistence with marine mammals in the Philippines. *IBIS Reports* 5:17-23.
- Félix, F. 1995. Nueva reglamentación sobre el uso de trasmallos en el país. *El Observador Informativo* (Newsletter of the Fundación Ecuatoriana para el Estudio de Mamíferos Marinos, Guayaquil, Ecuador) Año 7(7):1-3. [In Spanish].
- Félix, F. and Samaniego, J. 1994. Incidental catches of small cetaceans in the artisanal fisheries of Ecuador. *Rep. int. Whal. Commn* (special issue 15):475-80.
- Gerrodette, T. and Palacios, D.M. 1996. Estimates of cetacean abundance in EEZ waters of the eastern tropical Pacific. *Southwest Fisheries Science Center Administrative Report* LJ-96-10. 28 pp.
- Haase, B. and Félix, F. 1994. A note on the incidental mortality of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) in Ecuador. *Rep. int. Whal. Commn* (special issue 15):481-83.
- International Whaling Commission. 1994. Report on the Workshop on Mortality of Cetaceans in Passive Fishing Nets and Traps. *Rep. int. Whal. Commn* (special issue 15):6-57.
- International Whaling Commission. 1995. Report of the Scientific Committee, Annex H. Report of the Sub-Committee on Small Cetaceans. *Rep. int. Whal. Commn* 46:160-74.
- International Whaling Commission. 1996. Report of the Scientific Committee, Annex G. Report of the Sub-Committee on Small Cetaceans. *Rep. int. Whal. Commn* 45:165-86.
- Kruse, S., Leatherwood, S., Prematunga, W.P., Mendes, C., and Gamage, A. 1991. Records of Risso's dolphins, *Grampus griseus*, in the Indian Ocean, 1891-1986. *UNEP Mar. Mammal Tech. Rep.* 3:67-77.
- Leatherwood, S. 1994. Re-estimation of incidental cetacean catches in Sri Lanka (Report on the Workshop on Mortality of Cetaceans in Passive Fishing Nets and Traps, Annex D).

- Rep. int. Whal. Commn* (special issue 15):64-5.
- Leatherwood, S. and Reeves, R.R. 1989. Marine mammal research and conservation in Sri Lanka, 1985-1986. *UNEP Mar. Mammal Tech. Rep.* 1:[vi], 1-138.
- Lennert, C. and Hall, M.A. 1996. Estimates of incidental mortality of dolphins in the eastern tropical Pacific Ocean tuna fishery in 1994. *Rep. int. Whal. Commn* 46:555-58.
- Lien, J., Stenson, G.B., Carver, S., and Chardine, J. 1994. How many did you catch? The effect of methodology on bycatch reports obtained from fishermen. *Rep. int. Whal. Commn* (special issue 15):535-40.
- Mangel, M., Talbot, L.M., Meffe, G.K., Tundi-Agardi, M., Alverson, D.L., *et al.* 1996. Principles for the conservation of wild living resources. *Ecol. Appl.* 6(2):338-362.
- Mora-Pinto, D.M., Muñoz-Hincapié, M.F., Mignucci-Giannoni, A.A. and Acero-Pizarro, A. 1995. Marine mammal mortality and strandings along the Pacific coast of Colombia. *Rep. int. Whal. Commn* 45:427-29.
- Northridge, S.P. 1984. World review of interactions between marine mammals and fisheries. *FAO Fisheries Technical Pap.* 251:1-190.
- Northridge, S.P. 1991. An updated world review of interactions between marine mammals and fisheries. *FAO Fisheries Technical Pap.* 251, Suppl. 1:1-58.
- Reeves, R.R. and S. Leatherwood. 1994. *Dolphins, Porpoises, and Whales: 1994-1998 Action Plan for the Conservation of Cetaceans*. IUCN, Gland, Switzerland. 92 pp.
- Reyes, J.C. and Oporto, J.A. 1994. Gillnet fisheries and cetaceans in the Southeast Pacific. *Rep. int. Whal. Commn* (special issue 15):467-74.
- Van Waerebeek, K. and Reyes, J.C. 1994a. Interactions between small cetaceans and Peruvian fisheries in 1988/89 and analysis of trends. *Rep. int. Whal. Commn* (special issue 15):495-502.
- Van Waerebeek, K. and Reyes, J.C. 1994b. Post-ban small cetacean takes off Peru: a review. *Rep. int. Whal. Commn* (special issue 15):503-19.
- Vidal, O., Van Waerebeek, K. and Findley, L.T. 1994. Cetaceans and gillnet fisheries in Mexico, Central America and the Wider Caribbean: a preliminary review. *Rep. int. Whal. Commn* (special issue 15):221-33.
- Wade, P.R. 1995. Revised estimates of incidental kill of dolphins (Delphinidae) by the purse-seine tuna fishery in the eastern tropical Pacific, 1959-1972. *Fish. Bull., US* 93:345-54.
- Wade, P.R. Submitted. Calculating thresholds to the human-caused mortality of cetaceans and pinnipeds. *Mar. Mammal Sci.*
- Zavala-González, A., Urbán-Ramírez, J. and Esquivel-Macías, C. 1994. A note on artisanal fisheries interactions with small cetaceans in Mexico. *Rep. int. Whal. Commn* (special issue 15):235-37.
- Zapata, L.A. 1992. Implementación del sistema de estadísticas de captura y esfuerzo de la pesquería artesanal e industrial en el Pacífico de Colombia. pp. 178-95. *In: Memorias, VIII Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar, 26-30 October 1992, Santa Marta, Colombia. [In Spanish].*
- Zapata-Padilla, L.A. 1994. Evaluación preliminar de la pesca blanca en el Pacífico Colombiano. *In: Memorias (electronic file), IX Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar, 21-25 November 1994, Medellín, Colombia. [In Spanish].*

Table 1. Available artisanal gillnet fishery statistics for countries in the ETP. Sources: Félix and Samaniego (1994) for Ecuador; Vidal *et al.* (1994) for the other countries. For Costa Rica, data in brackets indicate that a small percentage of the activities operate at those levels.

Country	Ports	Distance from shore (km)	Boat length (m)	Fleet size	Mesh size (mm)	Panels/boat	Panel length (m)	Panel height (m)	Trip duration (d)	Soak time (h)	Trips/yr
Mexico (N. Gulf)*	3	--	6-8	516	85-150**	1-2	459-680*	--	--	12-24h	--
Honduras	2	4.5	--	--	75	1-4/fisherman	50-400	--	1-3	--	150-180
Nicaragua	--	10	4	--	--	--	--	--	--	--	--
Costa Rica	13	22; [54]	4-8; [7-12]	3,153	85-150	--	500-600	7-10	1; [4-5]	--	--
Panama - finfish	--	--	8-10.5	3,000-4,000	90-140	1-4	180	9-14	1-5	4-6h	50-100
Panama - shark	3	--	15-23	30	150-200	2-4	126-180	7.5-11	5-15	6-10h	15-25
Colombia***	18	--	6-8; 10-12	--	--	--	--	--	--	--	--
Ecuador	9	74	7	241	75-130	--	1,500	15	1	8-10h	178-283

* Ports of San Felipe, Puerto Peñasco and El Golfo de Santa Clara only.

** not including *fotoaba* nets, which have larger mesh sizes (200-305mm).

***New information on artisanal and industrial fishing is included in the text.

Table 2. Values used in the estimation of small cetacean incidental mortality (M).

			<i>I</i>	<i>C</i>			<i>F</i>	<i>S</i>	<i>M</i>
Country	Panels/ boat	Panel L (m)	Net L (km)	Capt. rate/km	Trips/ yr	Trip dur. (d)	Fishing d/yr	Fleet size	Est.* mortality
Ecuador	--	--	1.5	0.0767	230	1	230	241	6,377
Costa Rica	2.5	550	0.450	0.0767	152.5	1	152.5	3,153	16,596
Panama - finfish	2.5	180	0.450	0.0767	75	1	75	1,302	3,370
Panama - shark	3	153	0.459	0.0767	20	10	200	30	211

* Mortality estimates (M) assume that capture rates are the same as in Ecuador.

Table 3. Estimates of small cetacean abundance (from Gerrodette and Palacios, 1996), mortality (from Table 2), and mortality rates for the EEZ areas of three countries in the eastern tropical Pacific.

Country	Abundance N	Mortality* M	Mortality rate 100M/N%
Ecuador	147,191	6,377	4.33
Costa Rica	174,801	16,596	9.49
Panama	79,910	3,581	4.48

* Mortality estimates (M) assume that capture rates are the same as in Ecuador.

Table 4. Estimation of mortality (M) and mortality rates, based on the composition of the bycatch (%) of Santa Rosa (SR) and Puerto López (PL), for the three species of small cetaceans most commonly killed in the artisanal gillnet fisheries of Ecuador. Abundance (N) is from Gerrodette and Palacios (1996).

Species	SR bycatch %	M _{SR}	PL bycatch %	M _{PL}	Abundance N	SR Mortality rate %	PL Mortality rate %
<i>Delphinus delphis</i>	89.83	5,729	67.50	4,305	92,459	6.20	4.66
<i>Stenella attenuata</i>	0.57	36	10.00	638	1,910	1.90	33.40
<i>Globicephala</i> <i>macrorhynchus</i>	7.34	468	17.50	1,116	3,013	15.53	37.04
Other (<i>Kogia simus</i> and unidentified specimens)	2.26	144	5.00	319	--	--	--
Total	100	6,377	100	6,377	97,382	--	--

IMPACTO POTENCIAL DE LAS PESQUERÍAS CON TRASMALLOS ARTESANALES SOBRE LAS POBLACIONES DE PEQUEÑOS CETÁCEOS DEL PACÍFICO ORIENTAL TROPICAL

Daniel M. Palacios
Apartado Aéreo 59440
Bogotá, COLOMBIA

y

Tim Gerrodette
Southwest Fisheries Science Center
National Marine Fisheries Service, NOAA
La Jolla, California 92038-0271 E.E.U.U.

SEPTIEMBRE DE 1996

REPORTE ADMINISTRATIVO LJ-96-11

RESUMEN

Se estimaron números de pequeños cetáceos muertos en pesquerías con trasmallos artesanales para las Zonas Económicas Exclusivas de Ecuador, Costa Rica y Panamá, con base en la limitada información disponible sobre números de embarcaciones, intensidad del esfuerzo de pesca, tamaños de trasmallos y tasas de captura. La mortalidad estimada en Ecuador fue de 6,377 pequeños cetáceos en 1993, con base en información colectada en un estudio previo. Si la tasa de captura de pequeños cetáceos en trasmallos en otras áreas es similar a Ecuador, la mortalidad anual sería de aproximadamente 16,600 animales para Costa Rica y 3,600 para Panamá. Se estimaron tasas de mortalidad anual entre 4.3-9.5% del tamaño poblacional para todos los pequeños cetáceos combinados, pero el impacto sobre especies individuales puede ser más alto. Es poco probable que estas tasas sean sostenibles bajo los supuestos actuales sobre tasas de crecimiento poblacional de pequeños cetáceos. Aunque proveen una primera aproximación a la evaluación del impacto sobre las poblaciones, estos estimativos de mortalidad se ven comprometidos por la escasez de datos detallados, y por lo tanto deben ser tratados con precaución. Para determinar la magnitud real y el impacto de la mortalidad de pequeños cetáceos en las pesquerías que usan trasmallos en el Pacífico oriental tropical, se necesitan datos adicionales sobre esfuerzo de pesca, tasas de captura y composición de la captura incidental. El manejo de pesquerías que afectan a cetáceos debe hacerse teniendo en cuenta los aspectos socio-económicos de la región y debe ofrecer alternativas a los pescadores y a las comunidades que dependen de ellos.

INTRODUCCION

El problema de la mortalidad incidental de cetáceos en trasmallos artesanales ha sido delineado por la Comisión Ballenera Internacional (*International Whaling Commission*, IWC 1994, 1995) y por las Naciones Unidas (Bjørge *et al.*, 1994) a nivel mundial, y específicamente en Latinoamérica. Este problema es relativamente reciente a lo largo de la costa Pacífica de Centro y Sur América, donde pesquerías a pequeña escala y de subsistencia han operado por muchos años. Aunque se sabía sobre la ocurrencia de algunas mortalidades incidentales, los estudios iniciales (p.ej. Northridge, 1984; 1991) no identificaron a esta como una región problema.

Sin embargo, el uso de trasmallos de nylon para capturar tiburones y grandes peces pelágicos se ha incrementado a una tasa dramática en años recientes. Las flotillas de Ecuador y Costa Rica se incrementaron diez veces durante la década de los 80's, y hoy en día los trasmallos de nylon uno de los aparejos más comunes (Félix y Samaniego, 1994; Reyes y Oporto 1994; Vidal *et al.*, 1994). Se sospecha que la magnitud de la captura incidental de pequeños cetáceos en estas pesquerías es alta, pero para la mayoría de los países solo existe evidencia circunstancial (Haase y Félix, 1994; Vidal *et al.*, 1994; Zavala-González *et al.*, 1994; Mora-Pinto *et al.*, 1995). En los pocos casos en que se ha llevado a cabo algún monitoreo de las pesquerías (Félix y Samaniego, 1994; Van Waerebeek y Reyes, 1994a; b; D'Agrosa *et al.*, 1995), existe la preocupación de que la mortalidad de pequeños cetáceos en las pesquerías artesanales puede representar una amenaza para las especies costeras.

Se requieren varios tipos de información para estimar cuantitativamente el impacto de la mortalidad incidental sobre las poblaciones; estimativos de mortalidad y abundancia por stock son los mínimos (IWC, 1994; 1995; 1996). La abundancia de cetáceos en las Zonas Económicas Exclusivas (ZEE) de países en el Pacífico oriental tropical (POT) ha sido estimada con base en transectos lineales a bordo de cruceros de reconocimiento llevados a cabo entre 1986 y 1993 (Gerrodette y Palacios, 1996). Aquí se evalúa la sostenibilidad de la mortalidad de pequeños cetáceos en trasmallos artesanales para tres de estos países, Ecuador, Costa Rica y Panamá, con base en los estimativos de abundancia y utilizando la limitada información disponible sobre estadísticas pesqueras. Se incluye nueva información sobre actividades pesqueras que pueden potencialmente interactuar con pequeños cetáceos en Colombia, aunque por el momento esta es insuficiente para determinar si existe un problema de mortalidad.

MÉTODOS

Se utilizaron dos fuentes de información que describen las pesquerías con trasmallos artesanales en la región: la compilación de Vidal *et al.* (1994) para países de México a Colombia, y el estudio de Félix y Samaniego (1994) para Ecuador. Esta información es sintetizada en la Tabla 1. La información para México es solamente para tres comunidades pesqueras en el alto Golfo de California.

Flotillas pesqueras

Las embarcaciones utilizadas en las pesquerías con trasmallos artesanales en el POT son principalmente botes pequeños, equipados con motores fuera de borda y tripulados por uno a cuatro pescadores locales. Estos botes, fabricados en madera o fibra de vidrio, varían en tamaño de 4 a 12m (Tabla 1) y son conocidos como pangas o lanchas (generalmente los más largos) por toda la región. Un tipo de bote más grande es usado en la pesquería de tiburones en Panamá (Vidal *et al.*, 1994) (Tabla 1).

Tamaño de la flotilla operativa (*T*)

Del tamaño total de la flotilla en un puerto dado, solo una cierta fracción opera regularmente. Félix y Samaniego (1994) presentaron datos oficiales de las flotillas operativas para ocho de los puertos principales en Ecuador durante 1993; la flotilla operativa que utilizó trasmallos fue de 218 botes (Tabla 2). Adicionalmente, ellos estimaron 23 botes operando en Puerto López, para un total de 241 botes en nueve puertos pesqueros para ese año. Para Costa Rica, Vidal *et al.* (1994) reportaron 3,153 botes operando en 13 de los puertos principales en 1990. La pesquería para peces de escama en Panamá involucra unos 3,000-4,000 botes (Vidal *et al.*, 1994), pero es poco probable que la totalidad de esta flotilla sea operativa en un momento dado. Con la información de la Tabla 1 de Félix y Samaniego (1994), se calculó un promedio de 37.3% de botes operativos para los nueve puertos en Ecuador y se utilizó esta cifra para obtener una flotilla operativa de 1,302 a partir de un promedio de 3,500 botes en la pesquería para peces de escama en Panamá. La flotilla que pesca tiburones en Panamá es pequeña. Vidal *et al.* (1994) reportaron que no más de diez embarcaciones operan en cada uno de tres puertos principales en un momento dado, por lo que se asumió un tamaño de la flotilla de 30 embarcaciones para esta pesquería

(Tabla 2).

Esfuerzo de pesca (*E*)

A excepción de la pesquería de tiburones en Panamá, las faenas usualmente duran un día (Tabla 1). Las trasmallos normalmente son colocados en la noche, por períodos de varias horas. Usando los datos del estudio de Félix y Samaniego para dos puertos en Ecuador, se calculó que se pescó en 230 días/bote/año como un promedio general (ellos reportaron promedios separados para cada puerto de 178 y 283 días/bote/año respectivamente). La pesquería para peces de escama en Panamá operó un promedio de 75 días/bote/año (Tabla 2). Información sobre faenas por año en Costa Rica no fue disponible, pero según Vidal *et al.* el esfuerzo pesquero es relativamente alto en este país. Para estimar el número de faenas por año en Costa Rica se utilizó el promedio de faenas por año entre Ecuador y Panamá (Tabla 2). La pesquería para tiburones en Panamá realizó un promedio de 20 faenas por año, cada faena con una duración promedio de diez días, para un estimativo de 200 días/bote/año faenando. No hay información disponible sobre el tiempo de tránsito a las zonas de pesca para esta pesquería más pelágica, por lo que el número de días faenando puede ser ligeramente más bajo.

Tasas de captura (*C*) y longitud de los trasmallos (*l*)

Información sobre tasas de captura de pequeños cetáceos en trasmallos fue colectada durante el estudio de Félix y Samaniego en Ecuador. Este es el único estudio en el que tasas de captura han sido directamente evaluadas durante un proyecto de monitoreo de capturas incidentales en la región. Para los puertos de Santa Rosa y Puerto López, Félix y Samaniego estimaron tasas de captura (expresadas como cetáceos/bote/día) colocando observadores en 64 faenas. Ellos también suministraron tasas de captura reportadas por los pescadores durante 2,764 faenas no observadas. No se encontraron diferencias estadísticas al nivel del $\alpha=0.05$ entre tasas promedio reportadas (0.1042, ES=0.012) y observadas (0.286, ES= 0.131) en Santa Rosa ($t=1.382$) o entre las tasas promedio reportadas (0.038, ES=0.007) y observadas (0.034, ES=0.033) en Puerto López ($t= 0.118$).

En general, la información colectada por observadores es más confiable que los reportes de los pescadores o que entrevistas en los muelles (IWC, 1994; Lien *et al.*, 1994). Sin embargo, puesto que no hubo diferencias estadísticas entre las tasas de captura reportadas y observadas, y puesto que el tamaño de muestra de las faenas reportadas fue mucho más grande que el de las faenas observadas, se promediaron tasas reportadas y observadas para cada puerto, obteniendo 0.195 (ES=0.131) para Santa Rosa y 0.036 (ES=0.034) para Puerto López. Se compararon estas nuevas tasas promedio entre puertos, pero una vez más no se encontraron diferencias estadísticas ($t= 1.132$) [aunque hubo una diferencia significativa entre las tasas reportadas para Santa Rosa y Puerto López ($t= 4.76$; $p<0.01$), también observada por Félix y Samaniego (1994)]. Por lo tanto, se promediaron las tasas de captura combinadas para producir una tasa de captura general de 0.115 ± 0.14 ES pequeños cetáceos/bote/día para Ecuador.

Los trasmallos de las pesquerías artesanales de la región son similares en el tamaño de ojo de malla, la altura de los paños y el número de paños por bote (Tabla 1). Sin embargo, la longitud

de los paños (y por consiguiente la longitud total del trasmallo) varió considerablemente entre países. Los trasmallos en el estudio de Félix y Samaniego tuvieron 1,500m de longitud. Se calculó la longitud total de los trasmallos para Costa Rica y Panamá multiplicando el número promedio de paños por bote por la longitud de los paños, asumiendo que el número de paños por bote en Costa Rica fue igual que en el vecino país de Panamá (Tabla 2).

Se asumió que la tasa de captura fue proporcional a la longitud del trasmallo. Además se asumió que las tasas de captura en Costa Rica y Panamá fueron las mismas que las estimadas para Ecuador. Sin embargo, puesto que la longitud de los trasmallos fue diferente en cada país, se utilizó una tasa de captura estandarizada de 0.0767 (ES=0.0933) pequeños cetáceos/bote/día por km de trasmallo (Tabla 2).

Mortalidad (*M*)

Sólo se pudo obtener suficiente información para estimar mortalidad de pequeños cetáceos en Ecuador (donde un estimativo previo ya existía), Costa Rica y Panamá (Tabla 2). No hubo información disponible sobre la composición de la captura incidental para Costa Rica y Panamá, y por lo tanto se estimó mortalidad para 'pequeños cetáceos' como un grupo con una composición de especies desconocida. Para Ecuador, se repartió la mortalidad estimada entre las especies reportadas por Félix y Samaniego (ver más adelante).

La mortalidad total anual (*M*) de pequeños cetáceos en cada país fue estimada como

$$M = T \times E \times C \times I,$$

donde T = número de botes en la flotilla pesquera operativa,
 E = días de esfuerzo de pesca por año por bote,
 C = tasa de captura de cetáceos en animales por bote por día por km de trasmallo,
 I = longitud del trasmallo en km.

Puesto que no se desconoce la varianza de T , E y I , no se calculó la varianza para M .

Tasa de mortalidad e impacto potencial

Información de reconocimientos en buques abarcando las aguas de estos países ha sido utilizada para estimar la abundancia de las especies de cetáceos más comunes (Gerrodette y Palacios, 1996). Para cada país, se combinaron los estimativos de abundancia para pequeños cetáceos, y se dividió la mortalidad estimada por la abundancia combinada para calcular una tasa de mortalidad general para pequeños cetáceos (Tabla 3).

Las especies incluidas en la abundancia combinada fueron: el delfín manchado pantropical (*Stenella attenuata*), el delfín rotador (*S. longirostris*), el delfín listado (*S. coeruleoalba*), el delfín común de hocico corto (*Delphinus delphis*), el delfín de dientes rugosos (*Steno bredanensis*), el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), el delfín de Risso (*Grampus griseus*), el calderón de aletas cortas (*Globicephala macrorhynchus*) y los zífidos (géneros

Ziphius y *Mesoplodon*) [excepto que el delfín rotador, el delfín de dientes rugosos y el delfín de Risso no estuvieron presentes en las aguas de la ZEE de Ecuador -- ver Gerrodette y Palacios (1996)]. De estas especies, se sabe (o se sospecha fuertemente) que al menos cinco se enredan en trasmallos en estos países: el delfín manchado pantropical, el delfín rotador, el delfín común de hocico corto, el delfín nariz de botella y el calderón de aleta corta (Félix y Samaniego, 1994; Vidal *et al.*, 1994).

Adicionalmente, para Ecuador, Félix y Samaniego reportaron la composición de la captura incidental de pequeños cetáceos en los dos puertos monitoreados, con base en una muestra de 177 animales traídos a puerto en Santa Rosa y 40 en Puerto López. Hubo una diferencia significativa ($\chi^2_{2df} = 15.1$; $p < 0.001$) en la composición de especies de la captura incidental entre los dos puertos. Para evaluar el efecto potencial de la mortalidad en las poblaciones especie por especie, se aplicó la composición de la captura incidental de cada puerto al estimativo de mortalidad total para Ecuador, y se calcularon tasas de mortalidad por especie con base en las abundancias reportadas (Tabla 4).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los estimativos de mortalidad incidental anual en trasmallos artesanales fueron 16,596 pequeños cetáceos para Costa Rica, 6,377 para Ecuador y 3,581 para Panamá (Tabla 2). Las tasas de mortalidad (mortalidad como fracción de la abundancia) fueron 9.49% para Costa Rica, 4.48% para Panamá y 4.33% para Ecuador (Tabla 3). La tasa de mortalidad incidental que puede ser sostenida por una población de delfines sin causar una declinación inaceptable no se conoce con certeza. Sin embargo, con base en las bajas tasas reproductivas de los cetáceos, usualmente se sugiere que las tasas de mortalidad antropogénica no superen 1-2% del tamaño de la población (IWC, 1994; 1996; Barlow *et al.*, 1995; Wade, sometido). Por consiguiente, para los tres países, la mortalidad de pequeños cetáceos asociada con las pesquerías con trasmallos artesanales no parece ser sostenible.

Aún más, estas cifras indican el impacto sobre cada especie sólo si la mortalidad incidental ocurriese exactamente en proporción a la abundancia de las especies. Es muy poco probable que este sea el caso. En la práctica, ciertas especies son capturadas más que otras, y esto significa que para al menos una especie de las que hemos agrupado aquí, el impacto sobre la población sería más alto. Por lo tanto, las mortalidades reportadas en la Tabla 3 representan el impacto mínimo estimado para cada especie.

A excepción de Ecuador, la composición por especies de la captura incidental en la región es desconocida. El impacto es probablemente más alto sobre las subespecies costeras como la forma costera del delfín manchado (*S. a. graffmani*) y el delfín rotador Centroamericano (*S. l. centroamericana*), y sobre otras especies con pequeños tamaños poblacionales en las aguas de estos países.

Adicionalmente, las poblaciones de pequeños cetáceos del POT se ven afectadas por otras

mortalidades antropogénicas. Capturas dirigidas ocurren en Perú (Van Waerebeek y Reyes, 1994a; b) y México (Zavala-González *et al.*, 1994), y también en Colombia en un menor grado (ver más adelante). Pequeños trasmallos monofilamento colocados en el fondo para capturar camarones también capturan accidentalmente delfines nariz de botella y delfines manchados costeros en Ecuador (Félix y Samaniego, 1994) y Colombia (Mora-Pinto *et al.*, 1995; G.M. Prieto, com. pers.). La pesquería internacional del atún con redes de cerco en el POT afecta a las mismas poblaciones. Aunque un gran número de delfines murió en esta pesquería en el pasado (Wade, 1995), la mortalidad ha sido drásticamente reducida en años recientes. El número total de cetáceos muertos en 1994 fue de 4,096 (Lennert y Hall, 1996), un número mucho más bajo que las 26,554 mortalidades para las pesquerías con trasmallos artesanales en tan solo tres países del POT inferidas en este estudio (Tabla 3).

Mortalidad en Ecuador

Previamente al estudio de Félix y Samaniego (1994), se había inferido una mortalidad anual de 100 pequeños cetáceos, con base en animales varados con signos de enmallamiento (Reyes y Oporto, 1994). Félix y Samaniego estimaron una mortalidad de 3,741 (IC 95%, 2,784-4,698) para cuatro puertos (extrapolando los datos de Santa Rosa y Puerto López a otros dos puertos cercanos) en 1993, y sugirieron que la captura incidental total para el país pudo haber sido dos a tres veces mayor. En el presente trabajo se estimó una mortalidad de 6,377 pequeños cetáceos para nueve puertos en Ecuador usando los datos de la pesquería presentados por Félix y Samaniego. Este estimativo está basado en una tasa de captura general combinada, aplicada a nueve puertos, puesto que no se encontraron diferencias significativas entre las tasas de captura reportadas y observadas en Santa Rosa y Puerto López. El estimativo de mortalidad incidental basado en faenas observadas y reportadas es más de 60 veces mayor a un estimativo previo basado en varamientos. Esto demuestra como la información sobre varamientos subestima problemas de mortalidad incidental, y resalta la importancia de tener observaciones directas de mortalidad relacionada con pesquerías.

Aunque el delfín común de hocico corto constituye la mayor proporción de la captura incidental tanto en Santa Rosa como en Puerto López, esta especie puede estar siendo menos afectada que el delfín manchado pantropical o el calderón de aleta corta. Puesto que la población estimada de estas dos últimas especies es más pequeña, las tasas de mortalidad estimada son mayores, superando el 30% si se usa la composición de la captura incidental de Puerto López (Tabla 4). Esto enfatiza la importancia de conocer la composición de la captura incidental. Una tasa de mortalidad basada en varias especies agrupadas (Tabla 3) subestima el efecto por especie (Tabla 4).

Las grandes ballenas también son incidentalmente capturadas en Ecuador. Haase y Félix (1994) reportaron la mortalidad de cachalotes (*Physeter macrocephalus*) como resultado de enredamiento en trasmallos. Aunque el número total de animales muertos en interacciones es desconocido, al menos uno a tres cachalotes con signos de interacciones con pesquerías se han varado anualmente entre 1988 y 1994 (Haase y Félix, 1994). Chiluiza (1996) sumó la información de varamientos colectada por la Fundación Ecuatoriana para el Estudio de

Mamíferos Marinos (FEMM) para 1995. El reportó tres casos positivos y uno posible de mortalidad de cachalotes debido a interacción con pesquerías, y dos casos posibles de mortalidad de ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) debido a enmallamiento en aparejos de pesca para ese año. El tamaño poblacional de cachalotes en aguas de la ZEE de Ecuador ha sido estimado en 1,179 (Gerrodette y Palacios, 1996). Si la mortalidad incidental es en realidad más alta de lo que los varamientos sugieren (como probablemente lo es), la población de cachalotes podría verse adversamente afectada.

Nueva información sobre las pesquerías en Colombia

Nueva información sobre actividades que potencialmente interactúan con pequeños cetáceos en Colombia ha aparecido desde la revisión de Vidal *et al.* (1994). En 1991 el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA) inició la implementación de un sistema para registrar las estadísticas pesqueras en la costa Pacífica (Zapata, 1992). Resultados de una evaluación preliminar para los años 1991, 1992 y 1993 fueron presentados por Zapata-Padilla (1994), con información adicional por Acevedo *et al.* (1994). La pesca es llevada a cabo en dos escalas, los llamados sub-sectores 'artesanal' e 'industrial'. Alguna información sobre el sub-sector artesanal fue colectada en la comunidad de Charambirá, departamento del Chocó, donde la pesca es dirigida a especies demersales de las familias Serranidae, Lutjanidae y Gadidae, mientras que tiburones de las familias Sphyrnidae y Carcharhinidae son capturados como carnada (Acevedo *et al.*, 1994; Zapata-Padilla, 1994).

Los autores proporcionaron información más completa para el sub-sector industrial, el cual desembarca la mayoría de la captura en el puerto de Buenaventura. Esta pesquería explota tiburones [familias Carcharhinidae (el tiburón silky, *Carcharhinus falciformis*, constituye la mayoría de la captura), y Sphyrnidae], serránidos (*Mycteroperca* y *Epinephelus*), lutjánidos (*Lutjanus* spp.), dorados (*Coryphaena hippurus*) y picudos (Istiophoridae). Las zonas de pesca están localizadas cerca de la Isla Malpelo, Cabo Marzo, Pasacaballos, Punta Arditá y Banco Tumaco. Los tiburones son especialmente capturados en aguas de la parte norte de Colombia, cerca de los límites de la ZEE con Panamá y Costa Rica (Acevedo *et al.*, 1994; Zapata-Padilla, 1994). La flota industrial está compuesta por barcos de varias nacionalidades, pero predominantemente Colombiana. En 1991 hubo 31 barcos registrados, 28 barcos estuvieron activos en 1992 y en 1993 hubo 88 barcos registrados, de los cuales 49 (55.7%) estuvieron activos. El tamaño de los barcos y las tripulaciones no fue especificado, pero la capacidad de almacenamiento varía de menos de diez toneladas a más de 50 toneladas (Zapata-Padilla, 1994). Los tipos de aparejos más comúnmente utilizados son los trasmallos de 8, 10 y 11 pulgadas (200, 250 y 280mm) de ojo de malla y 650-2,000 brazas (1,189-3,658m) de largo por 10m de profundidad, así como varios tipos de montajes de líneas y anzuelos. El número de barcos que utilizan trasmallos u otros tipos de aparejos no fue especificado. Las faenas duran de 12-20 días, con una duración promedio de 17 días para 1991 y 1992, y 14.51 días para 1993. El número de faenas por año no fue proporcionado. Las tasas de captura promedio fueron 264kg/día en 1991, 331kg/día en 1992 y 339.82kg/día en 1993, para una captura total de 4,279.7 toneladas durante los 36 meses del estudio (Zapata-Padilla, 1994). Aunque la pesca se realiza a lo largo de todo el año, las capturas más altas son hechas durante los primeros meses del año (Enero a Abril), un

período conocido entre los pescadores como 'Cuaresma'. Parte de esta captura es exportada a un precio promedio de US\$27.5 por lb (US\$60.6 por kg) para la aleta de tiburón y US\$1.99 por lb (US\$4.4 por kg) para serránidos (Zapata-Padilla, 1994).

Mortalidad en Colombia

No fue posible estimar la mortalidad de pequeños cetáceos en Colombia debido a que la información del sub-sector artesanal fue insuficiente y por que el número de embarcaciones en el sub-sector industrial que utiliza trasmallos no ha sido reportado. Con base en observaciones oportunísticas, sin embargo, se sabe que al menos una ballena jorobada, un calderón de aleta corta y varios delfines manchados pantropicales y delfines nariz de botella han muerto en trasmallos artesanales desde 1990 (G.M. Prieto, com. pers.).

A principios de Febrero de 1995 un delfín manchado costero y un delfín nariz de botella fueron arponeados por pescadores de Charambirá, departamento de Chocó, para ser usados como carnada, y delfines adicionales fueron capturados a principios del mismo año en varias comunidades (p.ej. Cacagual y Tombilá) a lo largo del Delta del Río San Juan (V. Puentes, com. pers.). Aunque capturas dirigidas no habían sido presenciadas previamente, se sabe que pescadores de algunas comunidades en el área ocasionalmente capturan delfines cuando otras fuentes de carnada escasean (Vidal *et al.*, 1994; IWC, 1995; Mora-Pinto *et al.*, 1995).

No se tiene ninguna información acerca de la mortalidad de pequeños cetáceos en el sub-sector industrial. Dadas las características de esta pesquería, datos valiosos podrían ser colectados a través de un programa de observadores.

Mortalidad en México y Centro América

La información disponible sobre las pesquerías artesanales en México es limitada, excepto por las comunidades involucradas en la mortalidad incidental de la vaquita (*Phocoena sinus*) en el alto Golfo de California (Vidal *et al.*, 1994; D'Agrosa *et al.*, 1995). Restos de pequeños cetáceos con signos de mortalidad antropogénica encontrados cerca de comunidades pesqueras en todo el país y otra evidencia circunstancial (Vidal *et al.*, 1994; Zavala-González *et al.*, 1994), indican que las interacciones entre pequeños cetáceos costeros y los trasmallos artesanales son comunes. Aún más, un elevado número de pequeños cetáceos aparentemente es capturado para ser usado como carnada para tiburones (Zavala-González *et al.*, 1994). Se necesita información básica sobre las pesquerías artesanales y la mortalidad de pequeños cetáceos asociada para la extensa costa de México en el Océano Pacífico y el Golfo de California, para determinar el impacto de las pesquerías sobre las poblaciones de cetáceos en estas áreas.

Aunque Vidal *et al.* (1994) realizaron alguna documentación sobre las pesquerías en Centro América, aún no existe información para Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua. Si las mortalidades y las tasas de mortalidad inferidas en el presente trabajo se aproximan a la realidad, los casos de Costa Rica y Panamá merecen especial atención por que sugieren que el impacto de los trasmallos sobre las poblaciones de pequeños cetáceos podría ser alto, debido al tamaño de las flotillas que aparentemente operan en estos países.

Comparación con tasas de captura y mortalidades en otras regiones

La tasa de captura de pequeños cetáceos depende de varios factores. El uso de una tasa de captura generalizada (obtenida a partir del promedio de las tasas de captura reportadas y observadas en dos puertos en Ecuador) en los tres países para los cuales se estimó la mortalidad, puede no representar la situación real debido a que se conoce que la presencia y abundancia de especies (Gerrodette and Palacios, 1996), así como las técnicas de pesca difieren entre países (p.ej. la distancia de la costa de las zonas de pesca, profundidad a la cual se colocan los trasmallos y los tiempos de inmersión).

Sin embargo, en ausencia de información más precisa, esta tasa puede ser usada para examinar la magnitud general del problema. Un conocimiento básico de las pesquerías y una cantidad limitada de información cuantitativa sobre tasas de captura han sido similarmente aplicados para estimar la mortalidad de pequeños cetáceos en las pesquerías con trasmallos en Sri Lanka (Leatherwood y Reeves, 1989; Kruse *et al.*, 1991; Leatherwood, 1994) y las Filipinas (Dolar, 1994; IWC, 1994). Tasas de captura en Sri Lanka han sido calculadas en 3.07 cetáceos/bote/año en Trincomalee y 0.0163 cetáceos/bote/día para la región oeste/suroeste (Leatherwood, 1994). Los trasmallos tienen 750-900m de largo y se pesca durante 274 días/año (Leatherwood y Reeves, 1989). Leatherwood (1994) estimó una mortalidad anual desembarcada de 8,951 pequeños cetáceos en Sri Lanka, con base en estas tasas. Para Malabuan, Isla Negros, Filipinas, Dolar (1994) calculó que una flota operativa de 11-19 embarcaciones capturaría 3.1 pequeños cetáceos/día durante una temporada de pesca de 138 días/año, usando trasmallos de 1-3km de largo. De acuerdo a estos datos, las tasas de captura variarían entre 0.163 cetáceos/bote/día si 19 botes pescaran a 0.282 si 11 botes pescaran. Se ha estimado una mortalidad de 428 pequeños cetáceos/año, tan sólo en esa localidad (Dolar, 1994).

Si se asume una longitud de trasmallo promedio de 0.825km para Sri Lanka, se obtienen tasas de captura estandarizadas de 0.0136 cetáceos/bote/día/km de trasmallo para Trincomalee y 0.0197 cetáceos/bote/día/km para la región oeste/suroeste. De manera similar, asumiendo una longitud de trasmallo promedio de 2km para Malabuan, se obtienen tasas de captura de 0.0815 a 0.141 cetáceos/bote/día/km de trasmallo. La tasa generalizada de 0.0767 cetáceos/bote/día/km de trasmallo en este trabajo, usada para Ecuador, Costa Rica y Panamá, está dentro del rango de las tasas de captura de Sri Lanka y las Filipinas. Sin embargo, la utilidad de comparar estas tasas se ve disminuida por el hecho de que las pesquerías son algo diferentes [ver Leatherwood y Reeves (1989) y Dolar (1994) para descripciones]. Adicionalmente, la ocurrencia, densidad y tasas de captura por especie probablemente difiere entre regiones.

CONCLUSIONES

Aunque la pesca con trasmallos artesanales es una de las pesquerías a más pequeña escala, esta es una actividad ampliamente distribuida y de importancia para las gentes de las comunidades costeras del POT. Los resultados de este trabajo, basados en la información disponible, indican que las tasas de mortalidad de pequeños cetáceos en trasmallos artesanales pueden no ser sostenibles. Desafortunadamente, mucha de la información básica sobre las pesquerías aún no ha

sido colectada, por lo que cualquier intento por evaluar este problema es por el momento tentativo.

Los estimativos de mortalidad del presente trabajo están basados en una serie de asunciones acerca de las pesquerías. Virtualmente todos los parámetros involucrados en los cálculos son variables en un grado desconocido, y los resultados están basados en generalizaciones y extrapolaciones. Por lo tanto, se enfatiza que estos estimativos deben ser considerados como exploratorios y que pueden cambiar sustancialmente cuando se colecte la información apropiada a través de programas de monitoreo en estos países.

Aunque las prácticas de pesca en la región son en general similares, para efectos de evaluar el impacto de la mortalidad incidental de manera más precisa, se necesita información básica sobre el tamaño de las flotillas, el esfuerzo de pesca, las dimensiones de los trasmallos, y las zonas y temporadas de pesca. Las agencias nacionales de pesquerías en cada país usualmente llevan estas estadísticas. Con la disponibilidad de estimativos de abundancia poblacional para la mayoría de países en la región (Gerrodette y Palacios, 1996), los estudios se deberían concentrar en obtener tasas de captura y composición de la captura incidental, con el fin de hacer una evaluación más precisa del impacto de la mortalidad sobre las poblaciones locales.

El potencial problema de una alta mortalidad incidental de pequeños cetáceos en las crecientes pesquerías con trasmallos en países Latinoamericanos en el POT apenas está surgiendo. Con la disminución de los recursos pesqueros, los pescadores de varias partes del mundo (p.ej. Sri Lanka, Perú y la Filipinas) han comenzado a desembarcar la captura incidental de cetáceos para ser usada como carnada y para consumo humano, eventualmente abriendo mercados para la carne y conduciendo a pesquerías dirigidas (ver Leatherwood y Reeves, 1989; Dolar, 1994; Van Waerebeek y Reyes, 1994a; b). Esta práctica no parece haberse extendido aún por la región del POT, y un factor que puede contribuir a esto es el pequeño tamaño de las embarcaciones y su limitado espacio de almacenamiento.

Las pesquerías con trasmallos son alimentadas en parte por la demanda de aletas de tiburón y grandes peces pelágicos en los mercados internacionales. Los esfuerzos pesqueros deberían re-dirigirse hacia las economías locales y se debería incentivar a los pescadores para que utilicen aparejos más selectivos. El uso sostenible es uno de los principios fundamentales del manejo de los recursos vivientes (Mangel *et al.*, 1996). Programas de observación de ballenas y delfines adecuadamente manejados que emplean pescadores locales están siendo desarrollados en las Filipinas (Dolar, 1995), e iniciativas similares están siendo actualmente exploradas en Perú (Van Waerebek y Reyes, 1994b) y Ecuador (Félix, 1995), como una fuente alternativa de ingreso para los pescadores. El reto principal será tener en cuenta la socio-economía de la región y ofrecer alternativas a los pescadores y sus comunidades (cf. Mangel *et al.*, 1996). La experiencia de otros países ha demostrado que medidas prohibitivas y vedas que no van acompañadas de soluciones para los pescadores no solo son inefectivas, si no frecuentemente contraproducentes (Van Waerebeek y Reyes, 1994; Dolar, 1995; Félix, 1995). Las soluciones relevantes a los problemas de conservación de cetáceos identificadas en el Plan de Acción para la Conservación

de los Cetáceos 1994-1998 de la IUCN (Reeves y Leatherwood, 1994) deberían ser promovidas en estos países.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Jay Barlow (NMFS, Southwest Fisheries Science Center, P.O. Box 271, La Jolla, CA 92038, USA), William F. Perrin (NMFS, Southwest Fisheries Science Center, P.O. Box 271, La Jolla, CA 92038, USA), Brian D. Smith (Aquatic Biodiversity Associates, P.O. Box 283, Arcata, CA 95521, USA) y Paul R. Wade (NMFS, National Marine Mammal Laboratory, 7600 Sand Point Way, Seattle, WA 98115, USA) por sus comentarios al manuscrito.

REFERENCIAS

- Acevedo, G., Zapata-Padilla, L.A., y Rubio, E.A. 1994. Contribución al estudio de la biología y la dinámica de tiburones de la familia Carcharhinidae (Condriichthyes: Lamniformes) en el Pacífico colombiano. *En: Memorias (archivo electrónico), IX Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar, 21-25 de Noviembre de 1994, Medellín, Colombia.*
- Barlow, J., Swartz, S.L., Eagle, T.C., y Wade, P.R. 1995. US marine mammal stock assessments: guidelines for preparation, background, and a summary of the 1995 assessments. *NOAA Tech. Memo. NMFS-OPR-6*. 73 pp.
- Bjørge, A., Brownell Jr, R.L., Donovan, G.P. y Perrin, W.F. 1994. Significant direct and incidental catches of small cetaceans. *Rep. int. Whal. Commn* (special issue 15):76-126.
- Chiluiza, D. 1996. Varamientos de mamíferos marinos en la Provincia del Guayas durante 1995. *El Observador Informativo* (Boletín de la Fundación Ecuatoriana para el Estudio de Mamíferos Marinos, Guayaquil, Ecuador) Año 8(1):7-10.
- D'Agrosa, C., Vidal, O. y Graham, W.C. 1995. Mortality of the vaquita (*Phocoena sinus*) in gillnet fisheries during 1993-94. *Rep. int. Whal. Commn* (special issue 16):283-91.
- Dolar, M.L.L. 1994. Incidental takes of small cetaceans in fisheries in Palawan, central Visayas and northern Mindanao in the Philippines. *Rep. int. Whal. Commn* (special issue 15):355-63.
- Dolar, M.L.L. 1995. Possibilities for coexistence with marine mammals in the Philippines. *IBIS Reports* 5:17-23.
- Félix, F. 1995. Nueva reglamentación sobre el uso de trasmallos en el país. *El Observador Informativo* (Boletín de la Fundación Ecuatoriana para el Estudio de Mamíferos Marinos, Guayaquil, Ecuador) Año 7(7):1-3.
- Félix, F. y Samaniego, J. 1994. Incidental catches of small cetaceans in the artisanal fisheries of Ecuador. *Rep. int. Whal. Commn* (special issue 15):475-80.
- Gerrodette, T. y Palacios, D.M. 1996. Estimativos de abundancia de cetáceos en las ZEE del Pacífico oriental tropical. *Southwest Fisheries Science Center Administrative Report LJ-96-10*. 28 pp.
- Haase, B. y Félix, F. 1994. A note on the incidental mortality of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) in Ecuador. *Rep. int. Whal. Commn* (special issue 15):481-83.
- International Whaling Commission. 1994. Report on the Workshop on Mortality of Cetaceans in Passive Fishing Nets and Traps. *Rep. int. Whal. Commn* (special issue 15):6-57.
- International Whaling Commission. 1995. Report of the Scientific Committee, Annex H. Report of the Sub-Committee on Small Cetaceans. *Rep. int. Whal. Commn* 46:160-74.
- International Whaling Commission. 1996. Report of the Scientific Committee, Annex G. Report of the Sub-Committee on Small Cetaceans. *Rep. int. Whal. Commn* 45:165-86.
- Kruse, S., Leatherwood, S., Prematunga, W.P., Mendes, C., y Gamage, A. 1991. Records of Risso's dolphins, *Grampus griseus*, in the Indian Ocean, 1891-1986. *UNEP Mar. Mammal Tech. Rep.* 3:67-77.
- Leatherwood, S. 1994. Re-estimation of incidental cetacean catches in Sri Lanka (Report on the Workshop on Mortality of Cetaceans in Passive Fishing Nets and Traps, Annex D). *Rep. int. Whal. Commn* (special issue 15):64-5.

- Leatherwood, S. y Reeves, R.R. 1989. Marine mammal research and conservation in Sri Lanka, 1985-1986. *UNEP Mar. Mammal Tech. Rep.* 1:[vi], 1-138.
- Lennert, C. y Hall, M.A. 1996. Estimates of incidental mortality of dolphins in the eastern tropical Pacific Ocean tuna fishery in 1994. *Rep. int. Whal. Commn* 46:555-58.
- Lien, J., Stenson, G.B., Carver, S., y Chardine, J. 1994. How many did you catch? The effect of methodology on bycatch reports obtained from fishermen. *Rep. int. Whal. Commn* (special issue 15):535-40.
- Mangel, M., Talbot, L.M., Meffe, G.K., Tundi-Agardi, M., Alverson, D.L., *et al.* 1996. Principles for the conservation of wild living resources. *Ecol. Appl.* 6(2):338-362.
- Mora-Pinto, D.M., Muñoz-Hincapié, M.F., Mignucci-Giannoni, A.A. y Acero-Pizarro, A. 1995. Marine mammal mortality and strandings along the Pacific coast of Colombia. *Rep. int. Whal. Commn* 45:427-29.
- Northridge, S.P. 1984. World review of interactions between marine mammals and fisheries. *FAO Fisheries Technical Pap.* 251:1-190.
- Northridge, S.P. 1991. An updated world review of interactions between marine mammals and fisheries. *FAO Fisheries Technical Pap.* 251, Suppl. 1:1-58.
- Reeves, R.R. y S. Leatherwood. 1994. *Dolphins, Porpoises, and Whales: 1994-1998 Action Plan for the Conservation of Cetaceans*. IUCN, Gland, Switzerland. 92 pp.
- Reyes, J.C. y Oporto, J.A. 1994. Gillnet fisheries and cetaceans in the Southeast Pacific. *Rep. int. Whal. Commn* (special issue 15):467-74.
- Van Waerebeek, K. y Reyes, J.C. 1994a. Interactions between small cetaceans and Peruvian fisheries in 1988/89 and analysis of trends. *Rep. int. Whal. Commn* (special issue 15):495-502.
- Van Waerebeek, K. y Reyes, J.C. 1994b. Post-ban small cetacean takes off Peru: a review. *Rep. int. Whal. Commn* (special issue 15):503-19.
- Vidal, O., Van Waerebeek, K. y Findley, L.T. 1994. Cetaceans and gillnet fisheries in Mexico, Central America and the Wider Caribbean: a preliminary review. *Rep. int. Whal. Commn* (special issue 15):221-33.
- Wade, P.R. 1995. Revised estimates of incidental kill of dolphins (Delphinidae) by the purse-seine tuna fishery in the eastern tropical Pacific, 1959-1972. *Fish. Bull., US* 93:345-54.
- Wade, P.R. Sometido. Calculating thresholds to the human-caused mortality of cetaceans and pinnipeds. *Mar. Mammal Sci.*
- Zavala-González, A., Urbán-Ramírez, J. y Esquivel-Macías, C. 1994. A note on artisanal fisheries interactions with small cetaceans in Mexico. *Rep. int. Whal. Commn* (special issue 15):235-37.
- Zapata, L.A. 1992. Implementación del sistema de estadísticas de captura y esfuerzo de la pesquería artesanal e industrial en el Pacífico de Colombia. pp. 178-95. *En: Memorias, VIII Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar, 26-30 de Octubre de 1992, Santa Marta, Colombia.*
- Zapata-Padilla, L.A. 1994. Evaluación preliminar de la pesca blanca en el Pacífico Colombiano. *En: Memorias (archivo electrónico), IX Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar, 21-25 de Noviembre de 1994, Medellín, Colombia.*

Tabla 1. Estadísticas disponibles sobre pesquerías con trasmallos artesanales para países en el POT. Fuentes: Félix y Samaniego (1994) para Ecuador; Vidal *et al.* (1994) para los otros países. Para Costa Rica, la información en corchetes indica que un pequeño porcentaje de las actividades operan a esos niveles.

País	Puertos	Distancia de la costa (km)	Long. del bote (m)	Tamaño de la flotilla	Ojo de malla (mm)	Paños/bote	Long. paños (m)	Altura paños (m)	Duración faenas (d)	Tiempo inmers. (h)	Faenas/año
México (Alto Golfo)*	3	--	6-8	516	85-150**	1-2	459-680*	--	--	12-24h	--
Honduras	2	4.5	--	--	75	1-4/pescador	50-400	--	1-3	--	150-180
Nicaragua	--	10	4	--	--	--	--	--	--	--	--
Costa Rica	13	22; [54]	4-8; [7-12]	3,153	85-150	--	500-600	7-10	1; [4-5]	--	--
Panamá - escama	--	--	8-10.5	3,000-4,000	90-140	1-4	180	9-14	1-5	4-6h	50-100
Panamá - tiburón	3	--	15-23	30	150-200	2-4	126-180	7.5-11	5-15	6-10h	15-25
Colombia***	18	--	6-8; 10-12	--	--	--	--	--	--	--	--
Ecuador	9	74	7	241	75-130	--	1,500	15	1	8-10h	178-283

* Solamente para los puertos de San Felipe, Puerto Peñasco y El Golfo de Santa Clara.

** no incluye trasmallos para *fotoaba*, que tienen ojos de malla más grandes (200-305mm).

***Nueva información sobre pesca artesanal e industrial se incluye en el texto.

Tabla 2. Valores utilizados en la estimación de la mortalidad incidental de pequeños cetáceos (M).

País	Paños/ bote	L. del paño (m)	L. del trasmallo (km)	Tasa de captura/ km	Faenas/ año	Duración faenas (d)	Días faenando/ año	Tamaño flotilla	Mortalidad estimada*
Ecuador	--	--	1.5	0.0767	230	1	230	241	6,377
Costa Rica	2.5	550	0.450	0.0767	152.5	1	152.5	3,153	16,596
Panamá - escama	2.5	180	0.450	0.0767	75	1	75	1,302	3,370
Panamá - tiburón	3	153	0.459	0.0767	20	10	200	30	211

* Los estimativos de mortalidad (M) asumen que las tasas de captura son las mismas que en Ecuador.

Tabla 3. Estimativos de abundancia de pequeños cetáceos (de Gerrodette y Palacios, 1996), mortalidad (de la Tabla 2), y tasas de mortalidad para las ZEE de tres países en el Pacífico oriental tropical.

País	Abundancia N	Mortalidad* M	Tasa de mortalidad 100M/N%
Ecuador	147,191	6,377	4.33
Costa Rica	174,801	16,596	9.49
Panamá	79,910	3,581	4.48

* Los estimativos de mortalidad (M) asumen que las tasas de captura son las mismas que en Ecuador.

Tabla 4. Estimación de mortalidad (M) y tasas de mortalidad, con base en la composición de la captura incidental (%) de Santa Rosa (SR) y Puerto López (PL), para las tres especies de pequeños cetáceos más frecuentemente capturadas en las pesquerías con trasmallos artesanales de Ecuador. La abundancia (N) es de Gerrodette y Palacios (1996).

Especies	SR capt. incid. %	M _{SR}	PL capt. incid. %	M _{PL}	Abundancia N	SR Tasa de mortalidad %	PL Tasa de mortalidad %
<i>Delphinus delphis</i>	89.83	5,729	67.50	4,305	92,459	6.20	4.66
<i>Stenella attenuata</i>	0.57	36	10.00	638	1,910	1.90	33.40
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	7.34	468	17.50	1,116	3,013	15.53	37.04
Otras (<i>Kogia simus</i> y especímenes no identificados)	2.26	144	5.00	319	--	--	--
Total	100	6,377	100	6,377	97,382	--	--

